



EFECTO DE INYECCIONES NUTRITIVAS AL TRONCO EN LA PRODUCTIVIDAD DE NARANJA VALENCIA

Effects of nutritional trunk injections on valencia late orange production

Paula Alayón Luaces[✉], Maria Mercedes Yfran Elvira, Marco Daniel Chabbal Monzón, Silvia Matilde Mazza Jeandet, Víctor Antonio Rodríguez Da Silva Ramos y Gloria Cristina Martínez Bearzzotti

ABSTRACT. The objective of this work was to determine the effect of nutritional trunk injections (NI) of N, P₂O₅, K₂O, CaO, and MgO on quantitative and qualitative productivity. Experimental trials were conducted during three years, between campaigns 2008/09, 2009/10 and 2010/11, in an orchard of orange “Valencia Late” in Corrientes, Argentina. NI were applied to each side of the trunk at 40 cm of soil. The treatments tested consisted of soil fertilization (50 % spring and autumn) T1: 1,5 kg plant⁻¹ of 15-6-15-6 (half dose, HF); T2: HF treatment plus NI spring; T3: HF plus NI spring and summer; T4: HF plus NI spring, summer and autumn and T5: full dose 3 kg plant⁻¹ of 15-6-15-6. Statistical design was a randomized complete block with four replications, experimental plot of two effective plants. Leaf concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn were determined in leaves of fruiting branches obtained in autumn. Total fruit production was measured at harvest, diameter, percentage of juice, soluble solids contents, acidity, ratio and color were determined on a sample of 40 fruits per plot. Variance analysis, Duncan test and principal component analysis were done for quantitative variables and for color Kruskal Wallis test was performed. Fruit production was increases by the treatment 4 compared with same dose of soil applications (T1) added that none of the treatments significantly affected IN fruit quality. This report establishes the utility of using the IN as a complementary tool to conventional fertilization.

Key words: citrus hybrids, fertilization, sensory fruit characteristic, yield

RESUMEN. Se determinó el efecto de inyecciones nutricionales al tronco (IN) de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO en la productividad de naranja “Valencia Late” en Corrientes, Argentina. Durante tres años, campañas 2008/2009, 2009/2010 y 2010/2011, se llevaron a cabo ensayos experimentales aplicando diferentes dosis de IN a cada lado del tronco a 40 cm del suelo. Los tratamientos evaluados consistieron en la fertilización al suelo (50 % en la primavera y en otoño) T1: 1,5 kg planta⁻¹ de 15-6-15-6 (media dosis, MD), T2: tratamiento MD más IN en primavera; T3: MD más IN en primavera y en verano; T4: MD más IN en primavera, en verano y en otoño y T5: dosis completa de 3 kg planta⁻¹ de 15-6-15-6. (DC). El diseño experimental fue de Bloques al Azar con cuatro repeticiones y parcela experimental de dos plantas efectivas. Se determinaron las concentraciones foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu y Mn en las hojas de ramas fructíferas en el otoño. Al momento de la cosecha se midió producción total de fruta, diámetro, porcentaje de jugo, contenido de sólidos solubles, acidez, relación SST/acidez y color de 40 frutas por parcela. Para las variables cuantitativas se realizaron análisis de varianza y test de Duncan y para el color. Kruskal Wallis. Se llevó a cabo un análisis de Componentes Principales. El rendimiento de frutas se incrementó en un 11 % en promedio con el T4 en comparación con igual dosis de aplicación de fertilizantes al suelo (T1), sumado a que ninguno de los tratamientos con IN afectaron significativamente la calidad de la fruta. Este informe establece la utilidad de usar el IN como una herramienta complementaria a la fertilización convencional.

Palabras clave: cítricos híbridos, fertilización, características sensoriales del fruto, rendimiento

INTRODUCCIÓN

Dentro del grupo de las naranjas, Valencia Late es la variedad de mayor importancia comercial en Argentina, ya que al ser de maduración tardía, entra

Universidad Nacional del Nordeste Sargento Cabral 2131 (3400) Corrientes, Argentina.

[✉] palayonluaces@yahoo.com

al mercado en los meses cuando el calor se intensifica y aumenta la demanda de frutas cítricas (1). La producción de estos frutos es la más importante en Argentina, alcanzando en el 2012, 2240000 t en total, constituyendo más del 50 % de la oferta de frutas (2).

En frutales, tanto la calidad como el rendimiento, están directamente relacionados con la disponibilidad de nutrientes, agua y a un buen manejo sanitario, cualquiera de estos tres pilares puede transformarse en una condición limitante para la productividad de la plantación. Para lograr rendimientos óptimos, las plantas requieren de elementos minerales, la mayoría de los cuales proceden de la fracción inorgánica u orgánica del suelo; sin embargo, la mayoría de los sistemas productivos modernos deben recurrir a la fertilización. Para ello es primordial determinar las necesidades nutritivas de las plantaciones de cada zona, que varían según los diversos suelos, condiciones climáticas, portainjertos y variedades. De esta manera la cantidad y la calidad de las frutas producidas estarán influenciadas por los nutrientes que reciban, siendo este un factor limitante para la productividad (1, 3). Dentro de las prácticas de manejo que se llevan adelante en las plantaciones cítricas, las que más influyen en la productividad son el riego y la nutrición y, en general, cuando alguno de estos elementos es deficiente, el rendimiento y la calidad del fruto pueden verse negativamente afectados (4).

Los fertilizantes pueden aplicarse directamente al suelo por vía foliar (5) o fertirrigación (3, 6); sin embargo, en los últimos años se ha ido perfeccionando como método para el aporte de los nutrientes la aplicación de inyecciones nutritivas al tronco de los árboles. Este sistema aplica el producto directamente a la corriente del xilema del árbol trasladándose hacia las áreas demandantes (7) y permite la aplicación fácil y económica de soluciones acuosas a especies leñosas (8). El desarrollo de esta técnica de administración de productos a las plantas vía intravascular, estuvo inicialmente asociado al control de enfermedades y plagas por la gran eficiencia, selectividad y baja contaminación del ambiente (9) y también es utilizada más recientemente para el control de enfermedades como el Huanglongbing con inyecciones de tetraciclina (10).

No obstante, este sistema también se utiliza para correcciones de deficiencias nutritivas, como la clorosis férrica en limones; fertilizaciones de cítricos, olivos (7, 8) y de mango y vid, con muy buenas respuestas (11).

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de las inyecciones nutritivas aplicadas en el xilema funcional del tronco, en la productividad de plantas de naranja Valencia Late.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en Santa Rosa, Departamento Concepción, Corrientes, Argentina, en lotes comerciales de plantas de naranjo 'Valencia Late' (*Citrus sinensis* L)

de doce años de plantados, injertadas sobre Lima de Rangpur (*Citrus limonia* Osbeck), plantadas en un suelo clasificado como Arenosol ortodístico y a una densidad de 285 plantas ha⁻¹. Para eliminar el efecto año, los experimentos se repitieron tres veces en las campañas 2008/2009, 2009/2010 y 2010/2011. El diseño experimental fue de Bloques al Azar con cuatro repeticiones, cada parcela experimental consistió en cuatro plantas, considerando como parcela útil las dos centrales. El factor de bloqueo fue la pendiente del sitio (0,5 %), por lo que se consideraron como bloques, hileras de plantas de 100 m de largo, representando áreas suelo más homogénea. El contenido de los macronutrientes y de materia orgánica (MO), así como el pH del suelo se visualizan en la Tabla I.

Tabla I. Análisis de suelo del lote experimental en Santa Rosa (28°22'S; 58°7'O y 79 m. s. n. m.) Corrientes, Argentina.

MO (%)	P	K	Ca (ppm)	Mg	pH
0,8	15,3	170	319	126	5,80

La determinación cuantitativa de la MO del suelo se realizó por el método de Walkey y Black, la del P por el método Bray Kurtz I, el K por fotometría de llama, el Ca y el Mg por complexometría EDTA. El pH del suelo se midió potenciométricamente en una mezcla sólido:líquido 1:2½ (pH-H₂O).

Los tratamientos consistieron en la aplicación de nutrientes por medio de fertilizaciones al suelo y suplementos de inyecciones nutricionales (IN) aplicados a ambos lados del tronco, a 40 cm del nivel del suelo y a una profundidad de 4 cm, siendo el diámetro promedio del tronco de las plantas estudiadas de 20 cm. Las aplicaciones al suelo fueron realizadas en dos momentos (principios de primavera y otoño) distribuyendo en cada caso el 50 % de la dosis. Los tratamientos se detallan en la Tabla II y consistieron en la combinación de 1,5 kg planta⁻¹ de fertilizante 15-6-15-6 (N-P-K-Mg) aplicado al suelo sin IN, con IN y 3 kg por planta de fertilizante 15-6-15-6 aplicado al suelo. Cada inyección contenía 250 mL de solución fertilizante con la siguiente composición: N= 0,8 %; P₂O₅= 0,8 %; K₂O= 0,7%; Ca= 0,7 %; Mg= 0,25 %, siendo urea, nitrato de potasio, cloruro de potasio, fosfato ácido de calcio y sulfato de magnesio las fuentes originales de los macronutrientes para la preparación de las IN, las cuales son formuladas y distribuidas por la Empresa Comercial Árboles Sanos S.A.

El fertilizante aplicado al suelo fue una mezcla compuesta de N, P, K y Mg en relación 15:6:15:6 en combinación con diferentes momentos de aplicación de inyecciones nutritivas al tronco, VTSN: volumen total de la solución nutritiva aplicada por planta.

Tabla II. Tratamientos aplicados a las plantas.

Tratamientos	Fertilizante al suelo (kg planta ⁻¹)		Inyecciones nutritivas			VTSN (mL)
			Primavera	Verano	Otoño	
T 1	1,5	NO	NO	NO	0	
T 2	1,5	SI	NO	NO	250	
T 3	1,5	SI	SI	NO	500	
T 4	1,5	SI	SI	SI	750	
T 5	3	NO	NO	NO	0	

El fertilizante aplicado al suelo fue una mezcla compuesta de N, P, K y Mg en relación 15:6:15:6 en combinación con diferentes momentos de aplicación de inyecciones nutritivas al tronco, VTSN: volumen total de la solución nutritiva aplicada por planta.

El procedimiento mediante el cual se realizó la aplicación de las inyecciones al tronco consistió en perforar el mismo a una profundidad de 4-5 cm, mediante un taladro, utilizando mechas (brocas) para metal. En el orificio practicado se colocó un inyector de plástico al cual se le conectó el tubo elástico con la solución nutritiva.

A fines de marzo de cada año se tomaron muestras foliares de ramas fructíferas y se determinaron las concentraciones de nitrógeno total (N), por el método de Kjeldhal; fósforo (P), por espectrometría de absorción molecular; potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn) por espectrometría de absorción atómica. Los resultados de N, P, K, Ca y Mg se expresan en porcentaje (g 100 g⁻¹), en tanto que los microelementos se expresan en mg kg⁻¹.

En el momento de la cosecha, en cada parcela experimental se determinó la producción total (kg planta⁻¹). Para determinar los caracteres de calidad de los frutos se tomaron, en el momento de la cosecha, muestras al azar de 20 frutos por parcela, en los que se determinaron las variables diámetro ecuatorial (mm), peso (g), porcentaje de jugo = peso del jugo/peso de 10 frutos x 100, contenido de sólidos solubles (SST) °Brix, acidez total por volumetría de neutralización (expresado en % de ácido cítrico) e índice de madurez (ratios= SST/acidez) que indica el grado de madurez de la fruta (1). También se determinó el color de la cáscara, según escala visual de 1 a 9 puntos (verde, verde claro, verde amarillento, amarillo verdoso, amarillo, amarillo naranja, naranja claro, naranja, naranja oscuro) (12).

La evaluación de los efectos de los tratamientos se realizó mediante un análisis de varianza, con posterior test de Duncan ($\alpha=0,05$). Para la variable color de cáscara se realizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis.

Para analizar el comportamiento conjunto de las variables estudiadas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), considerando los tratamientos como variables clasificatorias. Con los dos primeros componentes del ACP se realizó un Biplot en el que se pueden visualizar las relaciones entre estas variables y los tratamientos. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software InfoStat 2012 (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis foliares (macro y micronutrientes) se muestran en la Tabla III, en la que se puede observar que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los elementos analizados. La interpretación de los valores obtenidos de los análisis foliares fue realizada utilizando los resultados de laboratorio propuestos por investigadores de nutrición de cítricos (14) y que se presentan en la Tabla III. En relación con éstos, se encontró que los niveles de N fueron levemente menores en todos los tratamientos, mientras que los niveles de P y K estaban dentro del rango óptimo. Respecto al Ca todos los tratamientos presentaron valores levemente más bajos que el óptimo y los de Mg fueron deficientes. En relación a las concentraciones foliares de micronutrientes determinados, los valores de Fe se encontraron en niveles óptimos, mientras que los de Zn solo en los tratamientos T3 y T4 fueron adecuados, presentando deficiencias en los tratamientos T1, T2 y T5. Los niveles de Mn estuvieron por encima del óptimo mientras que los de Cu fueron muy elevados en todos los tratamientos (Tabla III).

En los resultados mostrados en la Tabla IV se puede observar que la variable rendimiento presentó diferencias significativas entre el T4 con el tratamiento T1, aunque sin diferencias con los tratamientos T2, T3 y T5 de comportamiento intermedio. Respuestas similares en relación a la eficiencia de la complementación de la fertilización al suelo, fueron encontradas en la provisión de 75 kg ha⁻¹ de nitrógeno más inhibidores de la nitrificación que igualan en rendimiento al suplemento de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno solo (12).

De las determinaciones de rendimiento, calidad interna y externa de frutos (Tabla IV), se observó que el T4 (suplementación de seis IN) se diferenció significativamente del T1 (fertilización al suelo con media dosis) con una producción de un 26,5 % más elevado. Este aumento de rendimiento estaría atribuido a una mayor cantidad de frutos y no a un mayor diámetro de los mismos, ya que esta variable no presentó diferencias entre tratamientos. En general, las deficiencias de elementos minerales inciden en el desarrollo de las plantas, y por lo tanto, el crecimiento del fruto puede verse alterado.

Tabla III. Concentraciones foliares de nutrientes encontradas en función de los tratamientos de fertilización al suelo y de inyecciones nutritivas en árboles de naranja "Valencia Late", en Santa Rosa, Corrientes, Argentina.

Tratamientos	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
Niveles óptimos (14)	2,3 -2,7	0,12-0,15	1,0-1,5	3,5-4,5	0,3-0,4	50-100	35-50	4,1-10	35-50
T 1	2,12 ±0,08	0,12 ±0,01	0,90 ±0,08	3,10 ±0,19	0,15 ±0,01	92,13 ±8,24	30,71 ±4,55	103,88 ±22,90	72,89 ±11,40
T 2	2,22 ±0,12	0,13 ±0,01	0,95 ±0,10	3,05 ±0,18	0,15 ±0,01	110,92 ±10,99	33,88 ±5,60	86,93 ±18,06	86,92 ±13,05
T 3	2,27 ±0,11	0,13 ±0,01	1,08 ±0,11	3,07 ±0,19	0,14 ±0,01	89,57 ±10,60	36,35 ±6,31	97,42 ±20,62	60,67 ±10,58
T 4	2,22 ±0,12	0,13 ±0,01	0,99 ±0,09	2,94 ±0,21	0,14 ±0,01	93,42 ±8,39	36,13 ±7,47	93,67 ±18,25	75,38 ±10,59
T 5	2,24 ±0,09	0,13 ±0,01	0,89 ±0,11	2,89 ±0,21	0,15 ±0,01	103,14 ±8,36	31,04 ±4,71	93,26 ±21,54	82,99 ±12,48

No se señalan letras ya que no se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en ninguna de las concentraciones foliares de nutrientes de los diferentes tratamientos.

T1: media dosis (MD) 1,5 kg por planta de fertilizante 15-6-15-6 (N-P-K-Mg) aplicado al suelo; T2: MD más inyección nutritiva (IN) en primavera; T3: MD más IN en primavera y verano; T4: MD más IN en primavera, verano y otoño; T5: dosis completa (DC) 3 kg por planta de fertilizante 15-6-15-6 aplicado al suelo. Valores promedio para las campañas 2008/2009, 2009/2010 y 2010/2011.

Tabla IV. Parámetros de calidad externa e interna de frutos para los tratamientos.

Tratamiento	Rendimiento (kg planta ⁻¹)	Diámetro fruto (mm)	Color	Jugo (%)	SST °Brix	Acidez (%)	SST/acidez
T1	72,90 a ±5,99	62,45 a ±1,12	6,89 a ±0,33	52,99 a ±3,50	11,91 a ±0,15	1,46 a ±0,05	8,21 a ±0,32
T2	82,23 ab ±7,81	60,36 a ±1,28	7,78 a ±0,26	50,63 a ±3,51	13,10 b ±0,48	1,54 a ±0,05	8,48 a ±0,36
T3	83,30 ab ±4,46	60,97 a ±1,05	7,70 a ±0,27	51,93 a ±3,46	12,59 ab ±0,26	1,46 a ±0,06	8,68 a ±0,35
T4	92,25 b ±5,68	61,52 a ±1,16	7,65 a ±0,15	51,25 a ±3,49	12,55 ab ±0,29	1,54 a ±0,07	8,23 a ±0,39
T5	87,88 ab ±6,43	60,72 a ±1,27	6,86 a ±0,19	50,08 a ±3,57	13,21 b ±0,33	1,53 a ±0,06	8,71 a ±0,26

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

T1: media dosis (MD) 1,5 kg por planta de fertilizante 15-6-15-6 (N-P-K-Mg) aplicado al suelo; T2: MD más inyección nutritiva (IN) en primavera; T3: MD más IN en primavera y en verano; T4: MD más IN en primavera, verano y otoño; T5: dosis completa (DC) 3 kg por planta de fertilizante 15-6-15-6 aplicado al suelo. Valores promedio ± error estándar para las campañas 2008/2009, 2009/2010 y 2010/2011.

Tanto el color, como el porcentaje de jugo, la acidez y la relación SST/acidez fueron los esperados para esta especie y variedad (15) y no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Por su parte, el contenido de SST de la fruta cosechada de los tratamientos T2 y T5 fueron los que presentaron mayor °Brix con un 10 y un 10,9 % más que el T1, respectivamente. Los tres tratamientos con suplemento de IN no se diferenciaron significativamente entre ellos. No se encontraron diferencias entre tratamientos en relación al diámetro del fruto, color, jugo, acidez y relación SST/acidez.

Los parámetros de calidad de la fruta de Valencia Late que se hallaron con y sin aplicación de IN son los normales y esperados para la zona en estudio (5, 12).

Estos resultados estarían indicando la utilidad de las inyecciones como complemento a la fertilización por suelo, considerando que la aplicación de IN favorece al rendimiento sin afectar significativamente la calidad de la fruta de Valencia Late. Sumado a ello disminuir la cantidad de fertilizantes aplicados al suelo con el complemento de las IN se traduce en un consecuente beneficio al medio ambiente (11).

Más aún, durante los tres años del ensayo, no se detectó ningún problema asociado a la sanidad de las plantas, ni declinamientos que podrían atribuirse a la aplicación de las IN, lo cual difiere con lo citado por los autores que no recomiendan el uso de esta técnica para la aplicación de fertilizantes por considerarla perjudicial para las plantas (16).

Con el objeto de evaluar la relación e incidencia de los diferentes factores se realizó un análisis de Componentes Principales (figura), el cual realiza una reducción de la dimensión, esto sintetiza 15 variables en sólo dos componentes que son una combinación lineal todas las variables.

En la figura se observa que entre las componentes 1 y 2 (CP1 y CP2) se explica un 78 % de la variabilidad total. La CP1 explica el 49,4 % de la variabilidad de los datos, las variables que más peso tienen en esta componente son los sólidos solubles totales (SST) y la acidez (ACI), con un poco menos de peso el contenido foliar de nitrógeno (N), rendimiento (REND) y la relación sólidos solubles totales/acidez (RAT), luego con igual peso pero en sentido opuesto el contenido foliar de cobre (CU), contenido de jugo (JUG), diámetro de la fruta (DIAM). Por su parte la CP2 explica un 27 % de la variabilidad y las variables que más peso tienen en esta componente son el contenido foliar de magnesio (MG), el de manganeso (MN), el de hierro (FE) y, en sentido opuesto, el contenido foliar de potasio (K) y de zinc (ZN).

El análisis de componentes principales permite relacionar variables aleatorias entre sí y ver la asociación de ellas con respecto a algún factor, que en este caso son los tratamientos. En este análisis se definen tres grupos: el primero compuesto por el T1, JUG, DIAM, CU y CA; un segundo conformado por T3; T4, N, P, K, ZN, REND y RAT y el tercero compuesto por T2, T5 SST, FE, ACI, MN, MG.

Las correlaciones significativas que surgen del análisis del primer grupo son CU con DIAM y JUG (correlación positiva al aumentar Cu aumentan los otros), lo cual coincide con quienes reportan que las deficiencias de Cu afectan el tamaño de fruta de naranja (17). Este mismo elemento presenta correlación significativa con SST, ACI (correlación negativa, al aumentar Cu disminuyen éstas).

En el segundo grupo la correlación positiva se manifiesta entre cuatro nutrientes (N, P, K y Zn) con el REND y con los dos tratamientos donde se aplican más dosis de inyecciones nutritivas (T3 y T4), ahondando en la importancia del nitrógeno, fósforo, potasio y zinc en el tamaño final del fruto y consecuentemente en la productividad (18).

Componentes: Tratamientos (T1, T2, T3, T4 y T5) y variables N,P,K,Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, acidez sólidos solubles, SST/acidez (RAT), rendimiento, diámetro y jugo. Campañas 2008/2009, 2009/2010 y 2010/2011.

Investigaciones previas concluyen que el tenor foliar de manganeso se correlacionó positivamente con el contenido de sólidos solubles totales y con la acidez del jugo de las frutas del naranjo, y negativamente con el índice de madurez (19). Estos autores informan además, que el incremento del manganeso en relación con los otros elementos disminuyó el tamaño de las frutas del naranjo (REND), lo cual coincide con lo encontrado en el grupo 3 del análisis de los componentes principales, y las inyecciones nutritivas al tronco influyen en la productividad de naranja Valencia Late (figura).

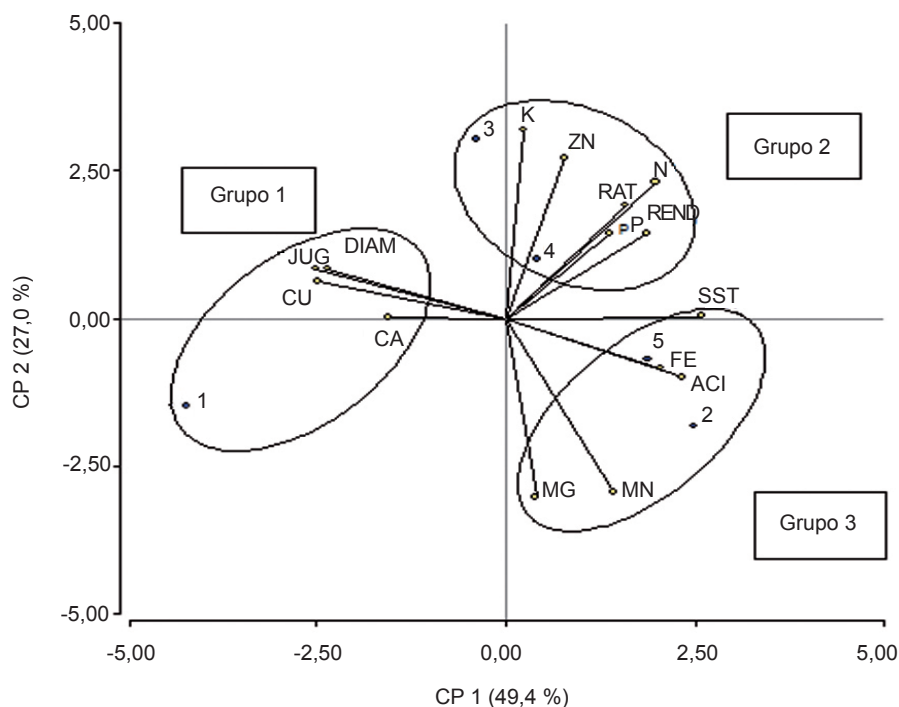


Gráfico Biplot resultante del Análisis de Componentes Principales.

CONCLUSIONES

- ◆ La aplicación de inyecciones al tronco como suplemento de la fertilización al suelo, incrementó significativamente la producción de fruta.
- ◆ Las inyecciones nutritivas no tuvieron efecto significativo en los contenidos de nutrientes foliares ni en los parámetros de la calidad de frutos de naranja Valencia Late.
- ◆ Si bien el trabajo no contempla un análisis de aprovechamiento de nutrientes, se puede inferir de los resultados que la utilización de IN junto a la mitad de la dosis de fertilizante aplicada al suelo, implica un ahorro del fertilizante y mayor coeficiente de aprovechamiento de los nutrientes.
- ◆ Este trabajo muestra la utilidad del uso de inyecciones nutritivas al tronco como complemento de la fertilización convencional en plantaciones comerciales, considerando especialmente que la utilización de IN podría disminuir los costos de aplicación de fertilizantes con el beneficio de una mayor producción de fruta sin modificar los parámetros de calidad de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1. Palacios, J. Citricultura. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. 2005. 518 pp. ISBN: 987-43-8326-7.
2. FEDERCITRUS. La actividad cítrica argentina. 2012. [en línea]. [Consultado: 25/09/2013]. Disponible en: • <<http://www.federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Cítrica%2012.pdf>>.
3. Agustí, M. Fruticultura. Segunda Edición. Madrid España. Ediciones Mundi Prensa. 2010. 507 pp. ISBN: 8484765296.
4. Obreza, T. A.; Morgan, K. T.; Gene, A. L. y Boman, B. J. Recommended Fertilizer Rates and Timing. En: Thomas, A. Obreza and Morgan, Kelly T. (Eds.). Nutrition of Florida Citrus Trees, 2nd Edition. UF-IFAS. 2011. Cap. 8, pp. 48-59.
5. Alayón Luaces, P.; Rodríguez, V. A.; Píccoli, A. B.; Chabbal, M. D.; Giménez, L. I. y Martínez, G. C. Fertilización foliar con macronutrientes a plantas de naranja Valencia Late (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y tangor Murcott (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Rev. FCA UNCUIYO*. 2014, vol. 46, no. 1, 87 pp. ISSN:1853-8665.
6. Mattos Jr., J. D.; Quaggio, A.; Cantarella, H.; Boaretto, R. M. y Bachiega Zambrosi, F. C. Nutrient Management for High Citrus Fruit Yield in Tropical Soils. *Better Crops*. 2012, vol. 96, no. 1, pp. 4-7.
7. Iglesias, D. J. y Talón, M. Descripción de una nueva técnica de aplicación de productos agroquímicos a los cítricos: "El sistema de inyección múltiple". *Levante Agrícola*. 2002, vol. 359, pp. 53-62. ISSN: 0457-6039.
8. Navarro, C.; Fernández Escobar, R. y Benlloch, M. A low-pressure, trunk-injection method for introducing chemical formulations into olive trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1992, vol. 117. pp. 357-360. ISSN: 0003-1062.
9. Salazar-García, S.; Vázquez-Valdivia, V.; Urias-López, M. A.; León de Alba, J. "Efecto de Aspersiones al Follaje o Inyecciones al Tronco sobre la "Escoba de Bruja" (*Fusarium subglutinans*) de Mango 'Tommy Atkins'". *Revista Mexicana de Fitopatología*, 2002, vol. 20, no. 1, pp. 53-59. ISSN: 2007-8080.
10. Abdullah, T. L.; Shokrollah, H.; Sijam, K. y Abdullah, S. N. A. Control of Huanglongbing (HLB) disease with reference to its occurrence in Malaysia. *African Journal of Biotechnology*, 2009, vol. 8, no. 17, pp. 4007-4015. Disponible en: <<http://www.academicjournals.org/AJB>>.
11. Shaaban, M. M. Injection fertilization: A full nutritional technique for fruit trees saves 90-95% of fertilizers and maintains a clean environment. *Fruit vegetable, cereal science and technology*, 2009, vol. 3, no. 1, pp. 23-27. ISSN: 1752-3931.
12. Rodríguez, V. A.; Alayón Luaces, P.; Píccoli, A. B.; Mazza, S. M. y Martínez, G. C. Efectividad del 3,4-dimetilpirazolfosfato (dmpp) en naranjo dulce en el noreste Argentino. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*, 2011, vol. 33, no. 4, pp. 1344-1349. ISSN: 0100-2945.
13. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. InfoStat versión 2012. 2012. [en línea]. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <<http://www.infostat.com.ar>>.
14. Quaggio, J. A.; Mattos Jr., D. y Cantarella, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. En: Citros, L. I. Prochnow, V. Casarin, S. R., Stipp, (eds). Piracicaba, São Paulo: IPNI, 2010. Cap. 17, pp. 484-507.
15. Flores, R. A.; Tejacal, I. A.; Beltrán, M. N.; Cervantes, R. A.; Alonso, A. L.; Barrios Ayala, A. y Barbosa Moreno, F. Calidad de los frutos de naranja 'Valencia' en Morelos, México. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*, 2010, vol. 11, no. 2, pp. 148-153. ISSN: 1665-0204.
16. Perry, T. O.; Santamour, F. S. Jr.; Stipes, R. J.; Shear, T. y Shigo, A. L. Exploring alternatives to tree injection. *Journal of Arboriculture*, 1991, vol. 17, no. 8, pp. 217-226. ISSN: 0278-5226.
17. Malavolta, E.; Casale, H. y Piccin, C. Síntomas de desórdenes nutricionales en la naranja. Internacional Plant Nutrition Institute. [en línea]. 2008. [Consultado: 26/02/2008]. Disponible en: <<http://www.ipni.net>>.
18. Quiñones, A.; Martínez, B.; Primo Millo, E. y Legaz, F. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Abonado de los cítricos. Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España. 2010. Capítulo 24, pp. 193-204.
19. Torres, P.; Aular, J.; Rengel, M. y Montañón, J. Rodríguez, Y. Correlación entre la calidad de la fruta del naranjo y los micronutrientes considerando el balance de los nutrientes a través de relaciones binarias. *Revista UDO Agrícola*, 2009, vol. 9, no. 1, pp. 29-34. ISSN: 1317-9152.

Recibido: 18 de octubre de 2013

Aceptado: 24 de marzo de 2014